



Implementación de un sistema de extracción de aceite esencial con tecnología JBT

Implementation of an essential oil extraction system with JBT technology

Lorena Díaz-Aranda¹, Lázaro Díaz-Aranda¹, Virginia Díaz-Aranda¹

¹ Tecnológico Nacional de México – ITS Álamo Temapache, Veracruz, México.

Recibido: 27-09-2021

Aceptado: 09-12-2021

Autor correspondal: lorena.da@alamo.tecnm.mx

Resumen

Este trabajo propone la implementación de un sistema de extracción de aceites esenciales para la empresa Ingeniería en Plantas Procesadoras de Cítricos S.A. de C.V. utilizando naranja valencia (*Citrus sinensis*) como principal materia prima, sumando al proceso equipos de tecnología JBT Food Tech (John Bean Technologies, corporación de tecnologías alimentarias) que brindan mayor rendimiento y calidad al aceite extraído

Exponiendo la aplicación de las herramientas, métodos y técnicas a usar para el desarrollo de las soluciones de este trabajo, abarcando las etapas que tiene el proceso de extracción de aceite y como éste se mejoraría con la introducción de los equipos de extracción JBT, realizando el análisis de estos equipos, su rendimiento y capacidad en el procesado de cítricos, se evalúan los extractores para determinar el más adecuado para la capacidad de fruta que se procesa y se realiza el análisis económico que determina la rentabilidad de este proyecto. Dentro de la empresa se trabajó en el área de producción, realizando las siguientes acciones: verificar la óptima transformación de los insumos (cítricos) con el objetivo de determinar su rendimiento, así como también la calidad de las mismas, investigar las nuevas tecnologías de extracción de cítricos, para generar una propuesta de mejora en el procesado de los cítricos y el aprovechamiento de sus subproductos (cáscara) para la obtención de aceite esencial y analizar el sistema de procesamiento de la empresa actualmente, para determinar mejoras que podrían añadirse al proceso de extracción de aceite y así generar mejores rendimientos y valor agregado en el procesamiento de cítricos.

Palabras clave: Extractores, cítricos, JBT, Cáscara, rendimiento.

Abstract

This work proposes the implementation of an essential oil extraction system for the company Ingeniería in Plantas Procesadoras de Cítricos S.A. de C.V. using Valencia orange (*Citrus sinensis*) as the main raw material, adding JBT Food Tech technology equipment (John Bean Technologies, food technologies corporation) to the process that provide higher performance and quality to the extracted oil

Exposing the application of the tools, methods and techniques to be used for the development of the solutions of this work, covering the stages of the oil extraction process and how this would be improved with the introduction of the JBT extraction equipment, performing the analysis of these equipment, their performance and capacity in citrus processing, the extractors are evaluated to determine the most suitable for the capacity of fruit that is processed and the economic analysis is carried out to determine the profitability of this project. Within the company, work was carried out in the production area, carrying out the following actions: verify the optimal transformation of inputs (citrus) in order to determine their performance, as well as their quality, investigate new technologies for the extraction of citrus fruits this to generate a proposal for improvement in the processing of citrus fruits and the use of their by-products (peel) to obtain essential oil and analyze the current processing system of the company to determine improvements that could be added to the oil extraction process and thus generate better yields and added value in citrus processing.

Keywords: Extractors, Citrus, JBT, Peel, Yield.

1. Introducción

Los aceites esenciales (AE) (Bailey, 2020) son uno de los productos que pueden obtenerse a partir de los residuos cítricos (Londoño, 2011) y son materia prima para la elaboración de productos farmacéuticos (Seuba, 2010), entre otras aplicaciones, la recuperación de aceites en frutas cítricas (Rousseire,2016) es un proceso en marcha desde hace muchos años con procedimientos tecnológicos no renovados e ineficientes (Estrada,2015) por ello es necesario realizar la propuesta de una nueva tecnología de recuperación de estos aceites (Veliz y González, 2017), para demostrar que es posible aumentar la eficiencia de recuperación y mejorar la calidad de estos aceites extraídos (Cordoba y Tuesta, 2020).

Este trabajo tiene como objetivo proponer un sistema de extracción (Paredes y Quinatoa, 2010) de aceite esencial de naranja valencia (*Citrus sinensis*) usando la tecnología de recuperación de aceite JBT FoodTech (Baldwin 2012) en la empresa Ingeniería en Plantas Procesadoras de Cítricos S.A de C.V. identificando las etapas del proceso de extracción de aceites esenciales (Cerón y Cordona, 2011) y determinando la capacidad de procesamiento para la extracción de aceite esencial de los equipos JBT Food Tech dando lugar a realizar el

análisis de factibilidad económica (Rothstein y Roldan,2014) para el sistema de extracción propuesto.

Este documento se estructura en cuatro secciones: introducción, materiales y métodos, resultados y conclusiones las cuales se describen a continuación: La sección de introducción abarca la revisión de literatura con base en la consulta de fuentes bibliográficas que sustentan la importancia de realizar este estudio (Arias,2012). La sección de materiales y métodos describe la metodología utilizada para este caso de estudio (Baronio,2019). La sección de resultados, muestra la mejora lograda y una sección de conclusiones de este estudio.

2. Materiales y métodos

2.1. Caso de estudio

El caso de estudio se refiere a la empresa Ingeniería en Plantas Procesadoras de Cítricos S.A. de C.V. la cual es una empresa productora y comercializadora de jugo (zumo) y colaterales de naranja que está ubicada en padre Xavier #453 lomas de Yuejat, código postal 79095 Cd. Valles San Luis Potosí. Actualmente la empresa se encuentra en la fase de introducción en el mercado, en el que existen muchas empresas competidoras con las que tendrá que lidiar y obtener posicionamiento dentro de este, sin embargo la calidad y colaboración con la producción agrícola ecológica con la que elaboran sus productos hace que estos se diferencien y le permitan ofertar productos de mayor calidad lo cual es favorable para su expansión a los mercados internacionales con productos que tienen un grado de diferenciación mayor a los de la competencia.

Hoy en día la empresa procesa 50 toneladas/hora de naranja Valencia (Citrus sinensis) de la cual se requiere obtener un mayor valor agregado de los residuos de ésta, principalmente de la cáscara con la extracción de aceite esencial, sin embargo la empresa no cuenta con un sistema adecuado para ello con su método de extracción actual, resultando que el aceite que se obtiene por los métodos y equipos tradicionales de extracción no logren el rendimiento y calidad adecuada de este producto lo que afecta su comercialización en el mercado. Para solucionar esto se hace la propuesta de añadir un par de equipos de la tecnología JBT que son especialmente diseñados para la extracción

de aceite de cítricos y logran la obtención de un aceite con el mayor rendimiento posible, color y aroma superiores a los métodos tradicionales usados sin afectar el rendimiento y calidad del jugo (zumo). En este trabajo se realiza un análisis de los equipos JBT para seleccionar los modelos de extractores más adecuados que se ajusten al procesamiento de la empresa en la obtención de zumo y el moderno equipo MORE creado especialmente para extraer aceite de los frutos cítricos, permitiendo así generar la propuesta de un sistema de extracción con tecnología actual que consistirá en utilizar la cascara, que es materia prima producida por la empresa logrando así mejorar el rendimiento en la producción de aceite esencial y dar valor agregado al procesamiento de cítricos.

2.2 Metodología

La metodología para llevar a cabo la propuesta de implementación del sistema de extracción de aceite esencial con tecnología JBT en la empresa Ingeniería en Plantas Procesadoras de Cítricos S.A. de C.V se muestra en la figura 1.

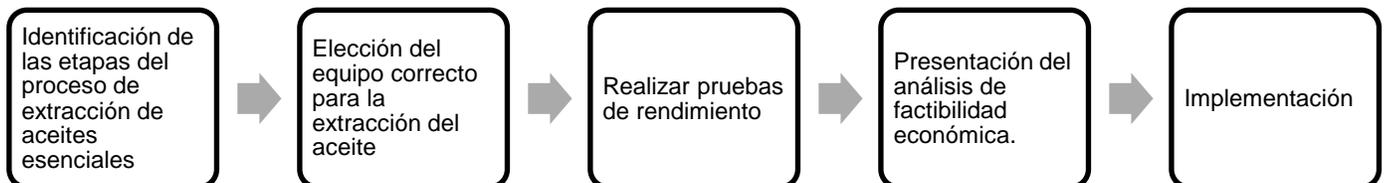


Figura 1. Metodología para la Implementación del sistema de extracción de aceite esencial
Fuente: creación propia.

2.2.1 Identificar las etapas del proceso de extracción de aceites esenciales

En esta primera parte se realiza el recorrido en planta dentro del área de producción para conocer las partes y los equipos por los que pasa la materia prima (naranja) para la obtención del aceite esencial. Para la extracción de aceites esenciales el proceso se encuentra ligada de una forma u otra a la de extracción de zumo. En el proceso de extracción los frutos se someten al prensado (raspado) haciendo que se libere el aceite esencial, junto con restos de corteza, bajo la acción de una fina lluvia de agua que arrastra al aceite y el “frit”

hacia una refinadora que filtra y separa la emulsión oleosa de las partículas en suspensión, obteniéndose mediante la centrifugación de dicha emulsión una fase acuosa que se somete a recirculación, y una fase oleosa que tras una nueva centrifugación produce el aceite esencial.

Las etapas de este proceso se describen a continuación:

- Obtención de emulsión Aceite – agua
Es una mezcla de aceite y agua obtenida durante el proceso de extracción de cítricos, esta se encuentra finamente dispersa en el agua bajo forma de microgotas.
- Tamizado
Equipos que separan la emulsión aceite – agua del frit.
- Centrifugado
El centrifugado del primer estadio se utiliza para eliminar de la emulsión la mayor parte del agua y de los sólidos de las cáscaras desde la emulsión oleosa.
- Centrifugado 2
La centrifugadora del segundo estadio elimina el agua y los sólidos restantes de la emulsión oleosa producida por la centrifugadora del primer estadio.
- Emulsión rica en aceite
El aceite y agua concentrados quedan después de los centrifugados.
- Aceite esencial
Aceite que tiene el olor característico de la planta de la cual ha sido recuperado.
- Almacenado
El aceite es conservado en tanques bajo condiciones especiales.

Una vez descritas las fases del proceso por las cuales se obtiene el aceite esencial se presenta un diagrama de proceso que nos muestra el procedimiento que se lleva a cabo en cada etapa del proceso de extracción de cítricos desde su recepción hasta el procesado y extracción de zumo (jugo) y aceites, finalizando en el almacenamiento y envasado de productos, dejando claro que dentro de este proceso la obtención de aceites es una etapa que se encuentra relacionada con la extracción del jugo, pues de ahí parte el inicio para dar paso a la obtención de este aceite.

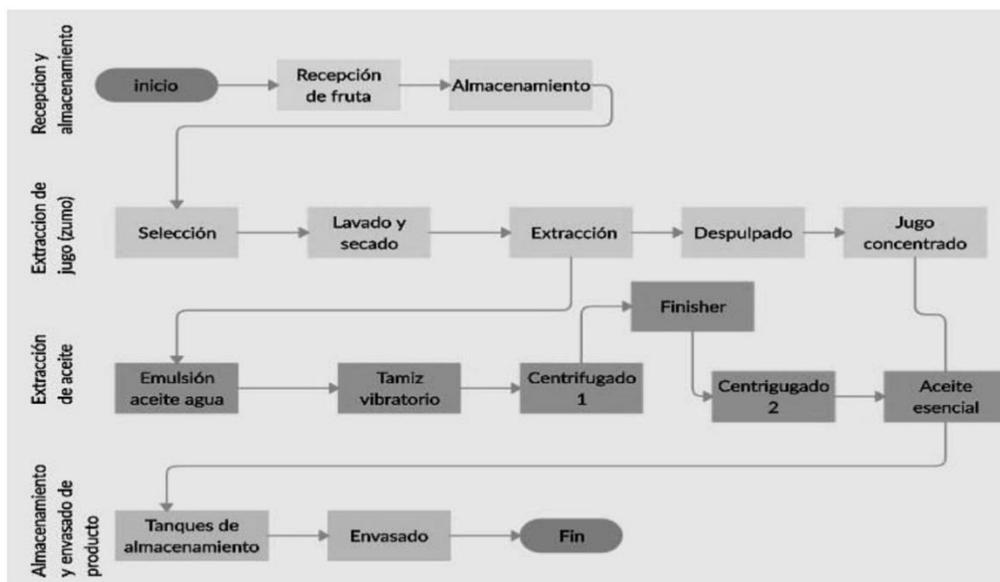


Figura 2. Etapas del procesamiento de cítricos y obtención del aceite esencial

Fuente: Elaboración propia en el programa Creately

2.2.2 Elección del equipo correcto para la extracción de aceite

La elección del equipo correcto se hizo mediante la comparación de las diferentes características que posee cada uno de los extractores, hoy en día los equipos JBT foodTech cuentan con 4 extractores diferentes para el procesamiento y separación del aceite esencial.

Los criterios tomados en cuenta para la evaluación de los extractores son los siguientes:

- ❖ **Extracción por separado de jugo y pulpa, cáscara y aceites:** esta condición es obligatoria. Es necesario que las máquinas tengan la capacidad de extraer por separado los distintos productos para así poder utilizarlos para generar valor.
- ❖ **Número de copas:** determina la capacidad de extracción debido a que a mayor cantidad de copas mayor cantidad de frutas procesadas por minuto.
- ❖ **Golpes por minuto por copa:** junto con la característica anterior determinan la productividad de la máquina. A mayor cantidad de golpes más productividad.
- ❖ **Tamaño de las copas:** determina el tamaño de fruta a ser procesada debido a que el mayor rendimiento se produce cuando estos dos son iguales.
- ❖ **Versatilidad de las copas:** es importante que las copas sean ajustables y así regular que haya máquinas con copas más chicas para la fruta más pequeña y máquinas con copas más grandes
- ❖ **confiabilidad:** es una marca confiable y brinda soporte ya que las máquinas están

concesionadas bajo el proceso de leasing.

La evaluación de los extractores se realizó de la siguiente manera:

Tabla 1. Evaluación de los extractores JBT

| Factor | Modelo | 191B | | 291B/391B | | 491B | | 593 | |
|--------------------------------------|------------|-------------|--------|-----------|--------|------|--------|--------|--------|
| | | Ponderación | Estado | Nota | Estado | Nota | Estado | Nota | Estado |
| Extracción de productos por separado | Excluyente | SI | OK | SI | OK | SI | OK | SI | OK |
| Número decopas | 15% | 8 | 8 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 |
| Golpes por minuto | 15% | 100 | 8 | 100 | 8 | 75 | 6 | 120 | 9 |
| Tamaño decopas | 20% | 60 mm | 3 | 57-108 Mm | 9 | 5" | 3 | 3 y 4" | 5 |
| Versatilidad de las copas | 30% | Baja | 4 | Alta | 9 | Baja | 4 | Media | 6 |
| Confiabilidad | 20% | Alta | 10 | Alta | 10 | Alta | 10 | Alto | 10 |
| | | | 6.6 | | 8.2 | | 5.2 | | 7 |

Fuente:

Elaboración propia en base a el rendimiento y capacidad de extractores.

Como se aprecia en la tabla, el extractor más adecuado es el modelo (291B/391B), esto se debe básicamente a la importancia que tiene la versatilidad y el tamaño de las copas haciendo que este equipo procese la mayor variedad de tamaños de cítricos. Además, esta máquina puede realizar 100 golpes por minuto lo que es considerable y se encuentra en las capacidades medias. El valor de alquiler de estas máquinas anualmente es de US\$ 45.000.

Además de tener ya elegido el tipo de extractor para obtener el mayor rendimiento de aceite se implementa el uso de Extractor modular de recuperación de aceite (MORE).

Tabla 2. Equipo MORE JBT

| Equipo MORE | Características |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de rotación: el MORE cuenta con 10 módulos y 40 rodillos pueden seleccionarse 5 velocidades axiales y 8 rotativas. • Ajuste: Se ajusta electrónicamente adaptándolo inmediatamente a las condiciones y características de la fruta a procesar. • Discos: 42,000 discos que raspan la fruta y liberan el aceite esencial. • Capacidad: 8 – 30 toneladas de naranja por hora. • Intensidad: la combinación de la velocidad de rotación y el movimiento axial originan la intensidad deseada en la fruta. • Recolección oleosa: el tanque de emulsión que incluye el MORE colecta 2,500 litros. |

Fuente: Elaboración propia con información de JBT

Extractor modular de recuperación de aceite (MORE)

El equipo MORE surgió como estrategia para recuperar única y especialmente el aceite esencial debido a que la recuperación mediante el extractor no es suficiente para obtener el mejor rendimiento, el MORE mejora la calidad de recuperación del aceite y el rendimiento comparado con los sistemas tradicionales de extracción.

Este equipo incorpora muchas nuevas características que mejoran la seguridad, simplifican la operación, reducen mantenimiento y amplían la conectividad. Es una parte integral del sistema moderno de recuperación de aceite esencial prensado en frío para cítricos. La función del MORE es optimizar la extracción primaria de aceites esenciales de alta calidad produciendo una emulsión de aceite más ligera y más limpia que se separa fácilmente para lograr el máximo rendimiento.

Los precios del aceite esencial en el mercado y la necesidad de hacer más sostenibles los procesos industriales han hecho que se desarrollen estos nuevos equipos que logren optimizar la extracción de aceite produciendo una emulsión de aceite más limpia y de color

más claro, alcanzando el máximo rendimiento El valor de alquiler del MORE es de US\$60,000 anual.

2.2.3 Realizar pruebas de rendimiento

En esta tercera etapa se presenta el rendimiento que proporcionan los equipos JBT en el procesado de cítricos mostrando la obtención de sus principales subproductos y su peso en kilogramos por tonelada de fruta procesada. Es importante considerar que estos datos son estimatorios obtenidos de la investigación de los equipos JBT y calculando su rendimiento de extracción, estos valores pueden variar dependiendo las condiciones de la fruta, tamaño y madurez.

| Subproductos | Peso obtenido por tonelada |
|-----------------|----------------------------|
| Jugo/Zumo | 553 kg/T |
| Pulpa | 31 kg/T |
| Aceite esencial | 5 a 5.5 kg/T |
| Cáscara | 410 kg/T |

Tabla 3.
Peso obtenido en subproductos por tonelada de fruta

procesada

Fuente: Elaboración propia con información de JBT

Tomando como base los datos obtenidos por tonelada de fruta procesada partimos a obtener el rendimiento de las 50 toneladas que procesa la planta y así poder obtener el rendimiento tanto en zumo como en aceite esencial obtenido en estos equipos.

Tabla 4. Peso obtenido en kg por 50 toneladas de fruta procesada

| Subproductos | Peso por 50 toneladas procesada |
|-----------------|---------------------------------|
| Zumo (jugo) | 27,650 kg |
| Pulpa | 1,550 kg |
| Aceite esencial | 250 a 275 kg |
| Cascara | 20,500 kg |

Fuente:

Elaboración propia.

Rendimiento de jugo (zumo) de naranja

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Cantidad de jugo obtenido en (kg)}}{\text{Peso de naranja procesada (kg)}} * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{47600 \text{ kg}}{50000 \text{ kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 0.952 * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \mathbf{95.2 \%}$$

Rendimiento de aceite esencial:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Aceite esencial obtenido (kg)}}{\text{Peso de fruta procesada (kg)}} * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{275}{50\ 000} * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = 0.0055 * 100$$

$$\text{Rendimiento (\%)} = \mathbf{0.55\%}$$

2.2.4 Presentación del análisis de factibilidad económica

En esta parte se realizó una investigación sobre el precio por kg que tiene el aceite de naranja y de limón en el mercado y se hizo una comparación sobre lo que se va a invertir anualmente en renta de los equipos necesarios para la extracción del aceite y la ganancia que se va a obtener gracias a la adquisición de estos equipos que incrementarán el rendimiento del aceite y se tendrá mayor producción.

- ✓ Precio del aceite esencial en el mercado

El mercado de aceites esenciales es altamente especializado y variado, es por ello que la obtención de información es altamente difícil, particularmente lo que respecta a volúmenes de consumo, origen de los productos y precios. En la tabla siguiente se puede apreciar una lista de precios de aceite esencial en el mercado.

Tabla 5. Precio en el mercado del aceite esencial

| Aceite esencial | Precios en el mercado |
|-----------------|-----------------------|
| Naranja | \$US 34/kilo |
| Limón | \$US 75/kilo |

Fuente:

Elaboración propia

✓ Inversión del proyecto

El objetivo de este punto es obtener conclusiones acerca de la rentabilidad del proyecto para sacar beneficios económicos, se detallará la inversión del proyecto, la cual se hará en dólares americanos, tomando como referencia costos y precios correspondientes al mercado de los aceites, así como la maquinaria de la tecnología JBT.

Tabla 6. Inversión anual de los equipos necesario para la extracción del aceite

| Descripción | Total \$US | Total \$MX |
|-------------------------|--------------|------------|
| 2 extractores 291B/391b | US\$ 90,000 | 1,800,000 |
| 3 equipos MORE | US\$ 120,000 | 3,600,000 |

Fuente: Elaboración propia

2.2.5 Implementación

Como podemos apreciar, el rendimiento de aceite esencial presentado usando el equipo More de JBT nos brinda un rendimiento realmente elevado comparado a otros métodos de extracción que normalmente nos brindan entre el 25% al 30%, aquí podemos notar que usando este equipo se obtiene un 55% aumentando un 20% más su rendimiento, brindándonos un aceite con calidad superior tanto en color como en aroma, ya que este equipo es especialmente diseñado para la extracción de aceite, por lo que la implementación de esta nueva forma de obtención del aceite esencial es aceptable.

3. Resultados y discusión

Después de llevar a cabo la investigación y comprobar que implementado el uso del extractor modular de recuperación de aceite (MORE) y los extractores modelo (291B/391B), la empresa tendrá un mayor rendimiento de aceite esencial y por ende una mayor ganancia se hace una nueva esquematización sobre el proceso que se debe de llevar para la extracción de aceite, pero ahora integrando ya los nuevos equipos.

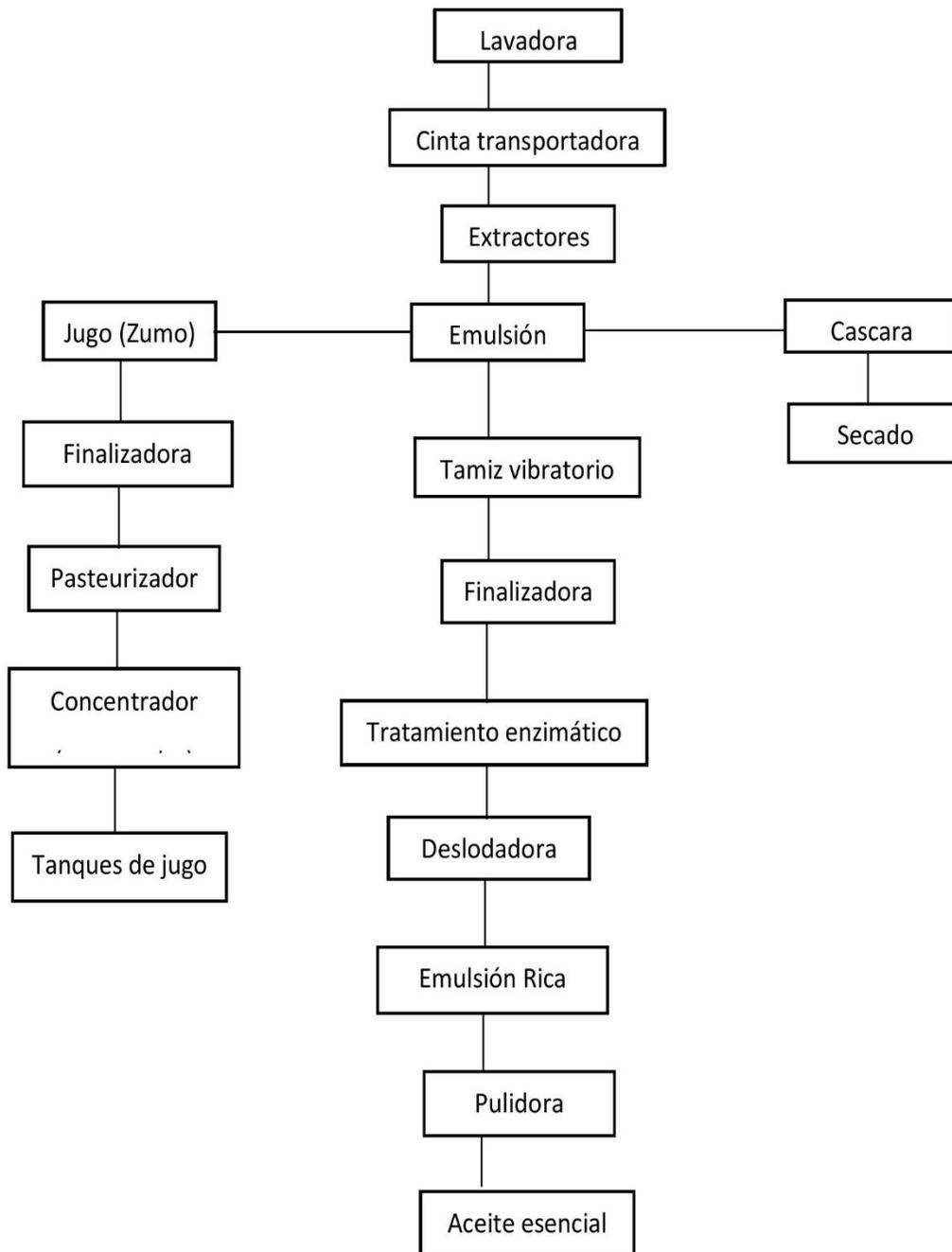


Figura 3. Esquema convencional de extracción de aceite esencial
 Fuente: Creación propia

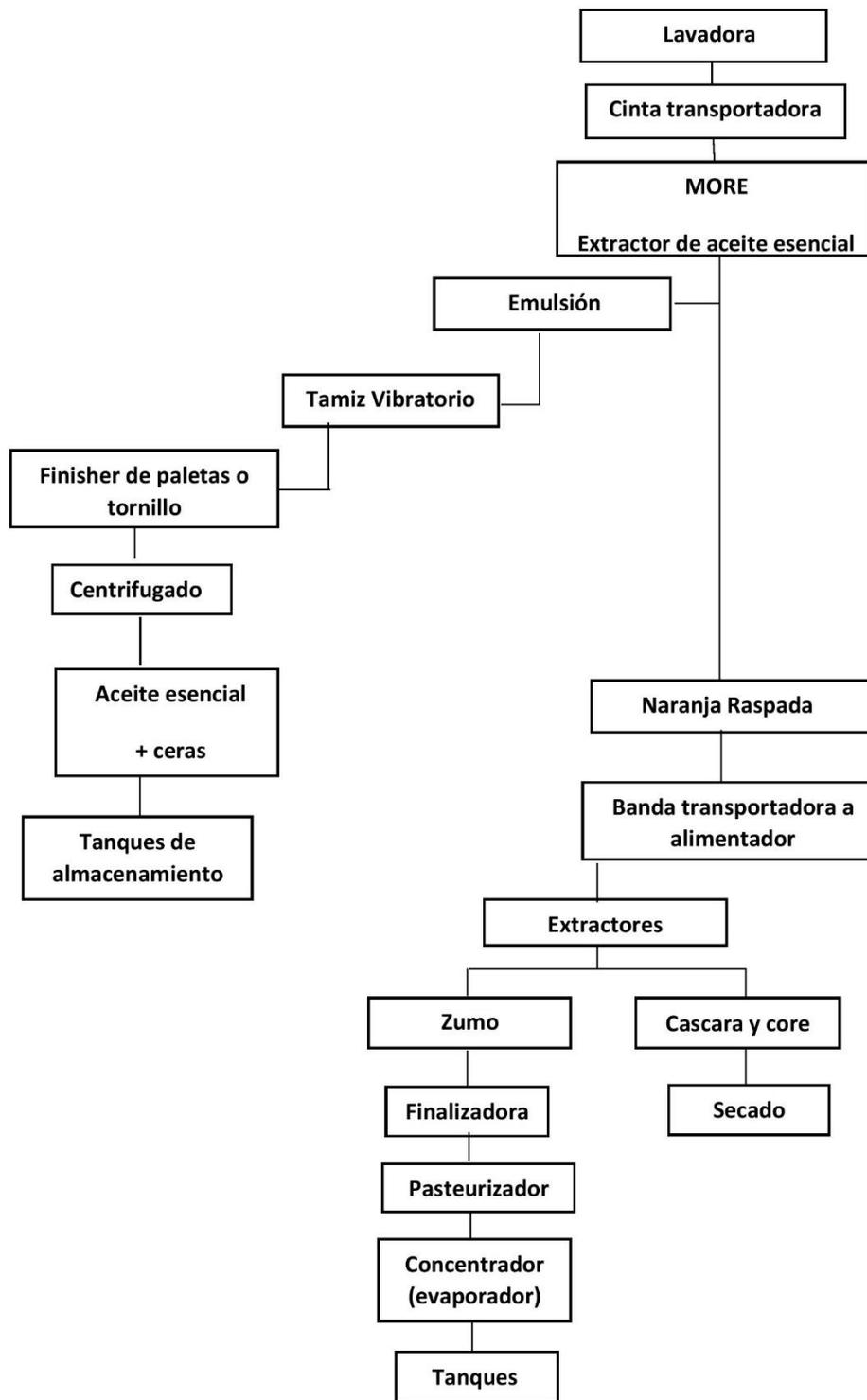


Figura 4. Esquema nuevo con implementación del MORE

Fuente: Creación propia

4. Conclusiones

Generalmente en la industria de procesado de cítricos, se aprovechan el 50% del fruto, como zumo, y el resto de éste se desecha, ocasionando una pérdida de oportunidad para la empresa, pues como se explicó en este trabajo los "desechos" como la cáscara tienen gran aprovechamiento que agregan valor a las industrias de cítricos.

La recuperación de aceites esenciales de Naranja y otros cítricos, mediante el equipo MORE de JBT que se usa antes del proceso de extracción, representa un aumento significativo en el rendimiento de la recuperación del aceite comparado con los métodos tradicionales.

La calidad del aceite obtenido en el equipo MORE del sistema JBT obtiene un aroma y color superior a comparación de los aceites obtenidos en otros sistemas de extracción, lo cual indica que usando esta tecnología se mejora significativamente la calidad del aceite obtenido y esto conlleva a que se mejore el precio en su comercialización.

El rendimiento del AE de Citrus Sinensis L. Osbeck (Naranja Valencia) es dependiente del método de extracción utilizado para su obtención. Químicamente el aceite esencial contiene mayoritariamente monoterpenos siendo el limoneno el que se encuentra con un mayor porcentaje de abundancia relativa. Destacando que el proceso de extracción por prensado en frío es considerado un método rápido, eficiente, verde y que genera mayores beneficios económicos en comparación con los métodos de extracción convencionales.

El mercado de aceites esenciales de acuerdo con la información recolectada en este trabajo, se caracteriza por el alto volumen en dinero de importaciones de mezclas para sabores y fragancias que son utilizadas por las industrias de consumo masivo tanto nacionales como internacionales, mostrando que existe una oportunidad de negocio si se logra entrar en parte de este comercio.

6.Referencias bibliográficas

Cerpa, M. (2001). Aplicación de la extracción supercrítica a esencias naturales. CIP.

Corporation, J. (06 de 2008). JBT. Recuperado el 18 de septiembre de 2019, de jbtc.com: <https://www.jbtc.com/en/north-america/foodtech?lr=1>

Kealey, K., & Kinsella, J. (1979). Orange juice quality with an emphasis on flavor components. *Critical reviews in food science and nutrition*, 1-35.

Kimball, D. (1999). *Procesado de citricos*. España: Acribia S.A.

Ortuño, M. (2006). *Manual Práctico de Aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Avana Ediciones.

Rueda, Y., Mancilla, L., & Otros. (2007). Estudio del aceite esencial de la cascara de naranja dulce (*citrus sinencis*, variedad valencia) cultivada en Labateca (norte de Santander, Colombia). *Bistua*, 5.1, 3-8.

Zaneli, R. (1995). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite esencial de limón sutil (*Citrus Aurantifolia*). UNALM.